



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

jc530 U.S. PTO

09/024637



02/17/98

#5  
5/1/99  
M. Ruden

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-  
gen stimmen mit der  
ursprünglich eingereichten  
Fassung der auf dem näch-  
sten Blatt bezeichneten  
europäischen Patentanmel-  
dung überein.

The attached documents  
are exact copies of the  
European patent application  
described on the following  
page, as originally filed.

Les documents fixés à  
cette attestation sont  
conformes à la version  
initialement déposée de  
la demande de brevet  
européen spécifiée à la  
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

97200470.9

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

A.J. Copini

DEN HAAG, DEN  
THE HAGUE,  
LA HAYE, LE

16/06/97



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

**Blatt 2 der Bescheinigung  
Sheet 2 of the certificate  
Page 2 de l'attestation**

Anmeldung Nr.:  
Application no.: 97200470.9  
Demande n°:

Anmeldetag:  
Date of filing: 18/02/97  
Date de dépôt:

Anmelder:  
Applicant(s):  
Demandeur(s):  
Philips Electronics N.V.  
5621 BA Eindhoven  
NETHERLANDS

Bezeichnung der Erfindung:  
Title of the invention: Werkwijze voor het aanbrengen van een kunststoffen afdeklaag op een bedrukte elektrische schakeling  
Titre de l'invention:

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s) revendiquée(s)

Staat:  
State:  
Pays:

Tag:  
Date:  
Date:

Aktenzeichen:  
File no.  
Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation:  
International Patent classification:  
Classification internationale des brevets:  
H05K3/00

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten:  
Contracting states designated at date of filing: AT/BE/CH/DE/DK/ES/FI/FR/GB/GR/IE/IT/LI/LU/MC/NL/PT/SE  
Etats contractants désignés lors du dépôt:

Bemerkungen:  
Remarks:  
Remarques:

## Werkwijze voor het aanbrengen van een kunststoffen afdeklaag op een bedrukte elektrische schakeling

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het aanbrengen van een kunststoffen (eng. synthetic resin) afdeklaag (eng. capping layer) op een bedrukte elektrische schakeling (eng. printed circuit), waarbij de schakeling een printplaat (eng. printed circuit board) voorzien van ten minste één elektrische component omvat en in de

5 afdeklaag in een richting dwars op de afdeklaag een verloop in mechanische eigenschappen wordt aangebracht. De uitvinding heeft voorts betrekking op een bedrukte elektrische schakeling voorzien van een kunststoffen afdeklaag, waarbij de schakeling een printplaat voorzien van ten minste één elektrische component omvat en de afdeklaag in een richting dwars op de afdeklaag een verloop in mechanische

10 eigenschappen vertoont. De uitvinding heeft bovendien betrekking op een draagbaar apparaat, in het bijzonder een mobiele telefoon, voorzien van een bedrukte elektrisch schakeling verkregen door toepassing van een dergelijke werkwijze.

15 Een werkwijze van in de aanhef genoemde soort is bekend. Zo wordt in de Europese octrooiaanvraag EP-A-0650315 onder meer een werkwijze beschreven, waarbij een bedrukte elektrische schakeling wordt voorzien van een afdeklaag gevormd uit een lagenpakket van meerdere lagen waarvan de mechanische eigenschappen onderling verschillend zijn. De afdeklaag omvat, aansluitend op de schakeling en

20 contourgetrouw, een relatief dunne binnenste isolatielaag waarop een relatief zachte steunlaag is aangebracht, die op zijn beurt wordt bedekt met een buitenste laag, die in vergelijking met de steunlaag relatief hard en stijf is, waardoor het lagenpakket de schakeling een goede mechanische afscherming verleent. Ter bevordering van de recycleerbaarheid worden de lagen uit een eenzelfde kunststof, bijvoorbeeld een

25 polyurethaan, vervaardigd. Verschillen in mechanische eigenschappen worden verkregen door aard en hoeveelheden van de uitgangsstoffen te variëren. Zowel de steunlaag als de buitenste laag worden verkregen door de schakeling in een geschikte gietvorm te plaatsen, waarna een twee componenten polyurethaan giethars in de gietvorm wordt

uitgegoten en het geheel gedurende enige tijd, bijvoorbeeld een kwartier, wordt uitgehard. Deze werkwijze voor het aanbrengen van een afdeklaag die in een richting dwars op de laag een verloop in mechanische eigenschappen vertoont is bewerkelijk, omdat voor elke laag een afzonderlijk gietproces is vereist. Bovendien is het gieten van  
5 een giethars tot een laag een proces gekenmerkt door een lange verblijftijd in de gietvorm, hetgeen uit het oogpunt van procesvoering onaantrekkelijk is, vooral indien de gietvorm geen onderdeel is van het gereede product. Voorts leidt toepassing van de werkwijze tot een afdeklaag waarin de mechanische eigenschappen van laag tot laag sprongsgewijze (eng. discontinuously) verschillen. Door verschillen in  
10 uitzettingscoëfficiënt zullen mechanische en temperatuur geïnduceerde spanningen met name de grensvlakken tussen de lagen belasten. Door toepassing van een groter aantal lagen zou deze belasting verminderd kunnen worden maar dit leidt tot een fabricageproces dat evenredig langer duurt.

15

Doel van de uitvinding is onder meer deze nadelen te ondervangen. In het bijzonder wordt een werkwijze voor het aanbrengen van een kunststoffen afdeklaag op een schakeling beoogd, waarbij door middel van een enkellaagsproces in korte tijd, typisch minder dan een minuut, een afdeklaag wordt aangebracht, die in een richting  
20 dwars op de afdeklaag een verloop in mechanische eigenschappen vertoont, waardoor de schakeling een goede bescherming verkrijgt tegen mechanisch en thermische geïnduceerde spanningen. Toepassing van de werkwijze mag evenwel niet tot beschadiging van de schakeling aanleiding geven.

Dit doel wordt bereikt door een werkwijze van de in de aanhef genoemde  
25 soort die volgens de uitvinding het kenmerk heeft dat de afdeklaag op de schakeling wordt aangebracht door spuitgieten (eng. injection moulding) van een schuimvormend reactief spuitgietmateriaal.

Reactief spuitgieten (eng. reactive injection moulding, abbrev. RIM) blijkt  
30 afdeklaag te voorzien. Door toepassing van een schuimvormend reactief spuitgietmateriaal wordt een afdeklaag verkregen, waarvan de mechanische eigenschappen gaande van de naar de schakeling toegekeerde zijde naar de van de schakeling afgekeerde zijde veranderen van die van een schuim, dat wil zeggen relatief

zacht, elastisch-compressibel naar die van een massief materiaal, dat wil zeggen hard en (torsie)stijf. Een dergelijke opbouw van de afdeklaag verschaft de aldus afgedekte gedeelten van de schakeling een uitstekende mechanische afscherming. Zo worden schokken en vibraties door het zachte binnenste effectief gedempt en voorkomt het

5 harde buitenste gedeelte dat bijvoorbeeld aangelegde torsiekrachten de verbindingen tussen de componenten en de printplaat beschadigen. De verandering in mechanische eigenschappen is continu, hetgeen een gelijkmatige spreiding van de mechanische belasting bewerkstelligt. Omdat de naar de schakeling toegekeerde zijde elastisch en compressibel is kan door wisselingen in temperatuur veroorzaakte uitzetting of krimp,

10 die tijdens gebruik van de schakeling ontstaat, doeltreffend worden opgevangen. Daar de afdeklaag, ten opzichte van stilstaande lucht, een verbeterde warmtegeleiding zal vertonen, bevordert de afdeklaag warmtedissipatie en wordt aldus de thermische belasting van de schakeling verminderd. Eveneens voordelig is dat, indien de afdeklaag voldoende dik wordt aangebracht, er een grote vrijheid aan vormgeving bestaat met

15 betrekking tot de van de schakeling afgekeerde zijde van de afdeklaag, waardoor de afdeklaag ook een constructieve of decoratieve functie kan vervullen. Een bijzonder voordelige toepassing is die waarbij de afdeklaag tevens de behuizing van een inrichting, waarvan de schakeling deel uitmaakt, vormt. Een andere, evenzeer voordelige uitvoeringsvorm van de werkwijze is die waarbij (een deel van) de

20 behuizing, die bijvoorbeeld in een vorige processtap door middel van spuitgieten van een thermoplast is verkregen, als spuitgietmatrijs voor het aanbrengen van de afdeklaag wordt gebruikt.

Het aanbrengen van de afdeklaag door middel van reactief spuitgieten heeft als verder voordeel dat het een economisch aantrekkelijk proces is. Vanwege korte

25 verblijftijden in de spuitgietmatrijs leent het zich bij uitstek voor massafabricage. Het is de uitvinders gebleken dat ten gevolge van de lage viscositeit en het schuimen van het reactief spuitgietmateriaal de thermische en mechanische belasting van de schakeling veroorzaakt door het vullen van de matrijs en het uitharden van het reactief spuitgietmateriaal zeer gering is, waardoor de schakeling door toepassing van de

30 werkwijze niet wordt beschadigd. In de context van de uitvinding dient reactief spuitgieten beslist te worden onderscheiden van het spuitgieten van - al dan niet elastisch compressibele - thermoplasten. Bij de laatstgenoemde techniek treedt, zo is de uitvinders gebleken, tijdens het vullen van de matrijs een dermate hoge thermische en

mechanische belasting op dat de verbindingen tussen de componenten en de printplaat kunnen worden beschadigd of zelfs verbroken, met als gevolg een defecte schakeling.

Reactief spuitgieten is een op zich bekende techniek. Hierbij wordt een reactief spuitgietmateriaal in een spuitgietmatrijs gespoten dat daarna, veelal bij  
5 verhoogde temperatuur, reageert onder uitharding in de gewenste vorm. Omdat het reactieve spuitgietmateriaal pas vlak voor de injectie wordt bereid door intensieve menging van, doorgaans twee, onderling reactieve uitgangsstoffen in een holte apart van de matrijs kunnen hoog-reactieve spuitgietmaterialen worden toegepast waardoor korte cyclustijden worden gerealiseerd. Het aanbrengen van de afdeklaag op de schakeling  
10 met behulp van RIM kan op conventionele wijze geschieden met commercieel verkrijgbare apparatuur.

Geschikte reactieve spuitgietmaterialen zijn bijvoorbeeld twee componenten epoxy- en polyesterharsen, maar vanwege de lage verwerkingstemperatuur wordt bij voorkeur als reactief spuitgietmateriaal een polyurethaan (PUR) reactief  
15 spuitgietmateriaal toegepast, welke kan worden verkregen door intensieve menging van een polyol en een isocyaanaat. Het spuitgietmateriaal kan schuimvormend worden gemaakt door toepassing van schuiminducerende middelen, zoals bijvoorbeeld water, indien PUR wordt toegepast. De dichtheid van het schuim kan ook worden verminderd door inmengen van lucht bij de bereiding van het spuitgietmateriaal. De dichtheid van  
20 het schuim kan ook worden verlaagd door toepassing van drijfgassen.

Door bijvoorbeeld toevoeging van additieven, variatie van aard, hoeveelheid en mengverhouding van de onderling reactieve uitgangsstoffen, aard en hoeveelheid schuimmiddel en hoeveelheid spuitgietmateriaal ten opzichte van het volume van de matrijs, kunnen afdeklaagen worden bereid die een breed scala aan mechanische  
25 en andere eigenschappen bestrijken. Door geschikte keuze van de precieze samenstelling van het reactieve spuitgietmateriaal kunnen de eigenschappen van de afdeklaag op een specifieke schakeling worden toegesneden.

De dikte van de afdeklaag is op zich niet kritisch. De vorm van de spuitgietmatrijs is evenwel eenvoudiger en dus goedkoper als tenminste een  
30 geplanariseerde afdeklaag wordt toegepast, waardoor de vorm van het van de schakeling afgekeerde oppervlak van de afdeklaag in hoofdzaak onafhankelijk is van de vorm van het naar de schakeling toegekeerde oppervlak van de afdeklaag, waarbij laatstgenoemd oppervlak de vorm van de schakeling in hoofdzaak contourgetrouw volgt.

Als de schakeling naast de elektrische aansluitingen nog op andere punten elektrisch toegankelijk moet blijven, bijvoorbeeld ten behoeve van het testen van de schakeling, is het voordelig om slechts de mechanisch of thermisch meest gevoelige gebieden van de afdeklaag te voorzien. Het aanbrengen van de afdeklaag is evenwel  
5 eenvoudiger als tenminste een zijde van de schakeling nagenoeg in zijn geheel wordt bedekt door de afdeklaag. Ingeval een dergelijke eenzijdige afdeklaag wordt toegepast op een printplaat die slechts eenzijdig met componenten is bezet, verdient het de voorkeur om de afdeklaag aan de met de componenten bezette zijde aan te brengen. Daardoor blijft de andere zijde waar zich de soldeerverbindingen bevinden elektrisch  
10 toegankelijk. Een maximale afscherming wordt evenwel gerealiseerd als de schakeling in zijn geheel door de afdeklaag wordt omhuld. Een voorkeursuitvoering van de uitvinding heeft dan ook als kenmerk, dat de afdeklaag ter omhulling aan beide zijden van de schakeling wordt aangebracht onder vorming van een inkapseling.

De schakeling bevat tenminste één elektrische, waaronder begrepen  
15 elektronische, component, zoals een weerstand, spoel, condensator, transistor of geïntegreerde schakeling.

Een andere voorkeursuitvoering van de uitvinding heeft als kenmerk dat, alvorens op de schakeling de afdeklaag wordt aangebracht, de schakeling met een elastisch compressibele bufferlaag wordt bekleed. Hierdoor wordt de kans op  
20 beschadiging van de schakeling door mechanische en thermische spanningen, die tijdens gebruik van de schakeling kunnen optreden, nog verder verkleind.

De bufferlaag dient ten opzichte van de bouwhoogte van de schakeling relatief dun te zijn. De laagdikte kan bijvoorbeeld zodanig worden gekozen dat slechts kieren die zich tussen de printplaat en de componenten kunnen bevinden worden  
25 afgedicht. Juist in de kieren zou tijdens het spuitgieten spanningen kunnen worden opgebouwd en de schuimvorming kunnen worden verhinderd. De bufferlaag kan ook contourgetrouw worden aangebracht, waarbij de laagdikte kan worden gebaseerd op de maximaal te verwachten verschillen in uitzettingscoëfficiënt tussen de bufferlaag en de schakeling. De bufferlaag kan met op zich bekende methoden, zoals dipcoaten,  
30 gordijncoaten, poedercoaten of, in het bijzonder sproeien worden aangebracht, dan wel door andere aanbrengtechnieken die de schakeling niet of nauwelijks mechanisch en/of thermisch belasten. Bijzonder geschikt is de toepassing van een plakende folie die onder toepassing van onderdruk tegen de schakeling wordt gedrukt. De folie kan ook in

een mal waarin de contouren van de schakeling zijn overgenomen worden voorgevormd, waarna de voorgevormde folie op de schakeling wordt aangebracht

Geschikte elastisch compressibele materialen voor de bufferlaag zijn bijvoorbeeld niet-massieve rubbers, (siliconen)gelen en polyethylenen, of, in het  
5 bijzonder, geschuimde polyurethanen. Een geschikte gel is een styreen ethyleen butyleen styreen triblock copolymeer gezweld door een minerale olie, dat in folievorm leverbaar is door de firma Raychem. Bij voorkeur wordt een vervormbaar visceus materiaal toegepast, zoals een stroop- of wasachtig materiaal. Bijzonder geschikt zijn wasachtige materialen die bij kamertemperatuur vast zijn en bij de temperatuur waarbij het reactief  
10 spuitgieten van de afdeklaag plaatsvindt vloeibaar, zodat het materiaal enerzijds gemakkelijk kan worden aangebracht en anderzijds spanningen die optreden bij het aanbrengen van de afdeklaag gelijkmatig over het oppervlak van de schakeling worden verdeeld. Uitermate geschikt zijn die stroop- en wasachtige materialen, die tijdens het RIM proces gedeeltelijk door het zich vormende schuim worden geabsorbeerd, zodanig  
15 dat aansluitend op de schakeling een dun gasgevuuld laagje wordt gevormd, waardoor de schakeling vrijelijk kan uitzetten en krimpen. Voorbeelden zijn natriumstearaat en een polyethyleenoxide met een molgewicht van 4000 tot 10000.

Evenzeer uitermate geschikt is een stroop- of wasachtig materiaal dat als reactant bij het reactief spuitgieten wordt betrokken. Aldus kan het verloop van de  
20 mechanische eigenschappen in een richting dwars op de afdeklaag worden beïnvloed, zodat bijvoorbeeld aan de naar de schakeling toegekeerd zijde van de afdeklaag een luchtiger, dus minder stijf schuim wordt verkregen. Zo kan ingeval een polyurethaan afdeklaag wordt toegepast een bufferlaag omvattende een polyol, zoals een polyethyleenglycol met eindstandige hydroxy- of aminogroepen, worden toegepast om  
25 het verloop te beïnvloeden.

Een voorkeursuitvoering heeft volgens de uitvinding het kenmerk, dat de schakeling tevens wordt voorzien van een elektromagnetische straling afschermende laag. Elektr(on)ische schakelingen die tijdens gebruik door sterke elektromagnetische velden kunnen worden beïnvloed, worden bij voorkeur voorzien van een laag die  
30 voldoende metaal bevat om een effectieve elektromagnetische afscherming (abbrev EMS) te bewerkstelligen. Een dergelijke laag kan bijvoorbeeld een metalen of een met een metalen rooster gewapende kunststof folie zijn. Een EMS laag kan op de afdeklaag worden aangebracht met op zich bekende technieken, zoals opdampen. Een andere

5 mogelijkheid is toepassing van een in mould decoration techniek, waarbij, voordat het reactieve spuitgietmateriaal in de matrijs wordt geïnjecteerd een EMS folie in de matrijs wordt gelegd, die vervolgens op het spuitgietproduct zal worden overgebracht. Ingeval een bufferlaag wordt toegepast, die elektrisch isolerend is kan de EMS laag ook aansluitend op de bufferlaag worden aangebracht of kan de afdeklaag tevens als EMS laag fungeren door de afdeklaag bijvoorbeeld te voorzien van een geschikte hoeveelheid elektrisch geleidende deeltjes.

De uitvinding heeft eveneens betrekking op een bedrukte elektrische schakeling voorzien van een kunststoffen afdeklaag, waarbij de schakeling een printplaat  
10 voorzien van ten minste één elektrische component omvat en de afdeklaag in een richting dwars op de afdeklaag een verloop in mechanische eigenschappen vertoont. Volgens de uitvinding heeft de schakeling het kenmerk, dat het verloop in mechanische eigenschappen een continu verloop in mechanische eigenschappen is. De toepassing van een enkellaags afdeklaag heeft de hierboven aangegeven voordelen. Een continu  
15 verloop, waarbij, gaande van de naar de schakeling toegekeerde zijde van de afdeklaag naar de van de schakeling afgekeerde zijde, varieert van relatief zacht en elastisch-compressibel naar stijf en hard verschaft een schakeling voorzien van een dergelijke afdeklaag een uitstekende bescherming tegen mechanische en thermische belastingen die tijdens gebruik kunnen optreden.

20 De uitvinding heeft eveneens betrekking op een draagbaar apparaat voorzien van een bedrukte elektrische schakeling verkregen door toepassing van een werkwijze volgens de uitvinding. Onder een draagbaar apparaat voorzien van een bedrukte elektrische schakeling wordt in dit verband verstaan apparatuur waarbij een substantieel deel van het door de behuizing ingesloten volume wordt ingenomen door de  
25 (convex hull van de) schakeling, zoals bijvoorbeeld het geval is bij mobiele radio's, snoerloze of mobiele telefoons, autoradio's, pagers, remote controls, maar ook daar waar de draagbaarheid een minder belangrijke rol speelt zoals bij transformatoren voor het opladen van batterijen. Met name bij dergelijke apparatuur is er een niet-aflatende behoefte de apparatuur kleiner, dunner en/of lichter te maken. Aangezien daarnaast de  
30 economische levensduur van een productgeneratie steeds korter wordt, bestaat er voorts een behoefte aan maatregelen die de ontwerp- en ontwikkeltijd kunnen bekorten. Verrassenderwijs blijkt dat aan deze behoeftes kan worden tegemoet gekomen door toepassing van een bedrukte schakeling voorzien van een kunststoffen afdeklaag.

Doordat de ruimte tussen de componenten van de schakeling wordt benut kan bij gelijkblijvend volume een aanzienlijk sterker product worden verkregen of bij gelijkblijvende mechanische sterkte een apparaat dat een kleiner volume inneemt. Wordt de afdeklaag in voldoende dikte aangebracht dan is de vorm van de van de schakeling afgekeerde zijde van de afdeklaag in hoofdzaak onafhankelijk van de vorm van de schakeling. Hierdoor wordt een grotere graad van modulariteit, een grotere ontwerpvrijheid en een eenvoudiger ontwerp- en ontwikkelproces verkregen. Bovendien kan een hogere graad van integratie worden bereikt. Zo kan de afdeklaag ook een constructieve of decoratieve functie vervullen. Een bijzonder voordelige toepassing is die waarbij de afdeklaag tevens de behuizing van een inrichting, waarvan de schakeling deel uitmaakt, vormt of die waarbij de behuizing als matrijs fungeert.

Naast reactief spuitgieten zijn ook andere methoden voor het aanbrengen van een afdeklaag waarbij de schakeling niet wordt beschadigd, zoals het gieten van een giethars, geschikt om de specifieke voordelen verbonden aan de toepassing van een schakeling met een afdeklaag in een draagbaar apparaat te realiseren.

Een draagbaar apparaat waarbij een bedrukte elektrische schakeling voorzien van een afdeklaag verkregen door toepassing van de werkwijze volgens de uitvinding bijzonder geschikt kan worden toegepast is een mobiele telefoon.

20

De uitvinding wordt nader toegelicht aan de hand van de volgende uitvoeringsvoorbeelden en de tekening waarin

de enige Figuur een dwarsdoorsnede toont van een mobiele telefoon met een schakeling voorzien van een kunststoffen afdeklaag volgens de uitvinding.

25

#### Uitvoeringsvoorbeeld 1:

De enige Figuur toont schematisch en niet op schaal een dwarsdoorsnede van een mobiele telefoon 1, waarbij een schakeling is ingekapseld door een kunststoffen afdeklaag 2 en het geheel is ondergebracht in de uit een tweetal schaaldelen opgebouwde behuizing 3. De schakeling bestaat uit een printplaat 4 die is voorzien van elektrische en elektronische componenten 5 en soldeerverbindingen 6. Tussen de bedrukte elektrische schakeling en de afdeklaag 3 en aansluitend daarop bevindt zich de

bufferlaag 7. De afdeklaag 2 is gevormd uit een laag die een verloop in mechanische eigenschappen vertoont, te weten een polyurethaanlaag die gaande van de naar de schakeling toegekeerde zijde van de afdeklaag naar de van de schakeling afgekeerde zijde van de afdeklaag is verandert van een schuim, die zacht en elastisch-compressibel is in een massief materiaal dat hard en stijf is.

De bufferlaag 7 en de afdeklaag 2 kunnen met behulp van de volgende werkwijze worden vervaardigd. Een bedrukte elektrische schakeling geschikt voor toepassing in een mobiele telefoon, die bestaat uit een op conventionele wijze met componenten 5 bestuchte en van soldeerverbindingen 6 voorziene printplaat 4 wordt op een houder geplaatst en de gebieden van de schakeling die vrij moeten blijven, zoals de elektrische aansluitingen, worden met plakband afgeplakt. Vervolgens wordt met behulp van een drukspuitpistool het oppervlak van de schakeling een zodanig aantal malen bestreken met een oplossing van een verspuikbaar twee componenten polyurethaansysteem, welk systeem verkrijgbaar is onder de handelsnaam Tivoflex (leverancier Tivoli Werke AG, Duitsland) dat na verdampen en uitharden een bufferlaag 7 met een laagdikte tussen 0.2 en 0.4 mm wordt verkregen. Vervolgens wordt de plakband verwijderd. Als de afstand van het drukspuitpistool tot de schakeling ongeveer 30 cm bedraagt wordt een bufferlaag 7 verkregen die een gewenste poreuze structuur heeft.

Vervolgens wordt de schakeling in een uit twee helften opgebouwde spuitgietmatrijs geplaatst. In gesloten toestand definieert de matrijs een holte waarvan de vorm de buitenkant van de te vormen afdeklaag 2 heeft. Deze vorm is in wezen onafhankelijk van de vorm van de schakeling, waarbij de matrijs natuurlijk wel de gebieden die vrij van de afdeklaag moeten blijven, zoals de elektrische aansluitingen, afschermt. Nadat de spuitgietmatrijs gesloten is, wordt een schuimvormend reactief spuitgietmateriaal door middel van het verplaatsen van een plunjer in een aansluitkanaal in de matrijs bij een matrijstemperatuur van 60°C geïnjecteerd. De uitgangsstoffen van het schuimvormend reactief spuitgietmateriaal, te weten methyleendifenyldiisocynaat (handelsnaam Desmodur 44V10B, leverancier Bayer AG) en polyoxyethyleendiol (handelsnaam Baydur VPPU 1681, Bayer AG) worden bij 30°C elk tussen voorraadvat en mengkop rondgepompt en vlak voor het injecteren onder druk in de mengkop gemengd. Door de aanwezigheid van vocht in de matrijs wordt door reactie met het spuitgietmateriaal kooldioxide gevormd waardoor schuimvorming tijdens het reactief

sputgieten optreedt. Na 1 minuut is het schuimvormend reactief spuitgietmateriaal uitgehard en de afdeklaag 2 gevormd, waarna de matrijs wordt geopend en de met de afdeklaag 2 bedekte bedrukte elektrische schakeling wordt uitgenomen. De afdeklaag 2 heeft een gemiddelde dichtheid van  $600 \text{ kg/m}^3$ , maar vertoont in richtingen dwars op de afdeklaag een continu, geleidelijk verloop in mechanische eigenschappen. De naar de schakeling toegekeerde zijde van de afdeklaag 2 is sterk geschuimd en derhalve relatief zacht en elastisch-compressibel. Gaande van de naar de schakeling toegekeerde zijde van de afdeklaag naar de van de schakeling afgekeerde zijde van de afdeklaag wordt de afdeklaag stijver en harder. De van de schakeling afgekeerde zijde van de afdeklaag is althans nagenoeg massief en heeft een dichtheid van  $1100 \text{ kg/m}^3$ .

De mobiele telefoon 1 wordt gecompleteerd door het aanbrengen van gesputgietende voorgevormde schaaldelen onder vorming van de behuizing 3.

#### Uitvoeringsvoorbeeld 2:

Uitvoeringsvoorbeeld 1 wordt herhaald met dit verschil dat de bufferlaag 7 nu als volgt werd vervaardigd: De schakeling wordt op een tafel geplaatst, waarvan het werkblad perforaties bevat, waardoorheen lucht kan worden afgezogen. Het werkblad vormt de bovenkant van een kamer waarin door middel van een vacuümpomp een onderdruk kan worden gerealiseerd. Vervolgens wordt op de schakeling een zachte elastische plakkende folie (3M Scotch VHB System, leverancier 3M) van ongeveer 0.1 mm dikte gelegd. Daaroverheen wordt een luchtdichte doek gelegd die voldoende groot is om de perforaties van het werkblad te bedekken. Daarna wordt door middel van de vacuümpomp in de ruimte tussen de folie en de schakeling een onderdruk gecreëerd, waardoor de folie zich strak trekt tegen de schakeling en zich - daar de folie plakkend is - daaraan hecht. De andere zijde van de schakeling wordt op overeenkomstige wijze van een folie voorzien. Overtollig foliemateriaal dat van de randen afhangt wordt verwijderd. Zoals gebruikelijk bij folies van een dergelijk type worden de contouren van het daarmee bedekte product, in dit geval de schakeling, ruwweg gevolgd. Zo worden bijvoorbeeld kieren aanwezig tussen de componenten 5 en de printplaat 4 afgesloten.

#### Uitvoeringsvoorbeeld 3:

Uitvoeringsvoorbeeld 2 wordt herhaald met dit verschil dat als folie een schuimfolie van polyethyleen met een compressiemodulus van minder dan 1 MPa, die

aan een zijde is voorzien van een adhesieve laag en verkrijgbaar is bij de firma Stokvis, wordt toegepast.

Uitvoeringsvoorbeeld 4:

- 5                      Uitvoeringsvoorbeeld 1 wordt herhaald met dit verschil dat geen bufferlaag 7 wordt toegepast.

Uitvoeringsvoorbeeld 5:

- 10                      De schakelingen voorzien van een afdeklaag volgens de uitvoeringsvoorbeelden 1 tot 4 worden op hun werking gecontroleerd. In geen der gevallen bleek de schakeling door toepassing van het reactief spuitgietsproces te zijn beschadigd.

- 15                      Teneinde de betrouwbaarheid van de schakeling tijdens gebruik te testen worden de schakelingen uit de uitvoeringsvoorbeelden 1 tot 4 aan een duurproef onderworpen, waarbij de schakelingen aan temperaturen worden blootgesteld die wisselen van  $-20^{\circ}\text{C}$  tot  $85^{\circ}\text{C}$  in een cyclustijd van 90 minuten. Na tenminste 380 van dergelijke cycli blijken alle schakelingen nog te functioneren. Berekeningen voorspellen dat de beste betrouwbaarheid wordt verkregen bij toepassing van een bufferlaag.

20                      Uitvoeringsvoorbeeld 6:

- Uitvoeringsvoorbeeld 2 wordt herhaald met dit verschil dat een bufferlaag wordt aangebracht, die aan de van de schakeling afgekeerde zijde is voorzien van een aluminium laag die als een elektromagnetische straling afschermende laag fungeert. Hierbij wordt een polyester folie (Mylar) waarop zich een tien micrometer dikke  
25                      aluminium laag bevindt (leverancier Stanniolfabrik Eppstein, Eppstein, Duitsland) aan de polyesterzijde beplakt met een zachte, elastische tweezijdig plakkende folie (3M Scotch VHB System, leverancier 3M). Het aldus gevormde laminaat wordt vervolgens in zodanige vorm geknipt dat de gedeelten van de schakeling waar de aluminium laag elektrisch contact moet maken met de aardpunten van de schakeling om een geaarde  
30                      elektromagnetische afschermingslaag te verkrijgen, vrij zullen blijven. Vervolgens wordt het gepatroneerde laminaat op de in uitvoeringsvoorbeeld 2 beschreven werkwijze op de schakeling aangebracht en de aluminium laag geaard door in de voornoemde vrijgelaten gedeelten elektrisch contact te maken met aardpunten van de schakeling door

PHN 16.224 EP-P

12

aanbrengen van Leitsilber.

- Indien, zoals in uitvoeringsvoorbeeld 1 de schakeling reeds van een Tivoflex bufferlaag is voorzien voordat het laminaat wordt aangebracht moet ook de Tivoflex bufferlaag gepatroneerd worden, hetgeen op eenvoudige wijze kan geschieden
- 5 door toepassing van een roetgevulde Tivoflex bufferlaag die met behulp van laserlicht door ablatie plaatselijk kan worden verwijderd.

Conclusies:

1.               Werkwijze voor het aanbrengen van een kunststoffen afdeklaag op een bedrukte elektrische schakeling, waarbij de schakeling een printplaat voorzien van ten minste één elektrische component omvat en in de afdeklaag in een richting dwars op de afdeklaag een verloop in mechanische eigenschappen wordt aangebracht, met het kenmerk, dat de afdeklaag op de schakeling wordt aangebracht door spuitgieten van een schuimvormend reactief spuitgietmateriaal.
2.               Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat als reactief spuitgietmateriaal een op polyurethaan gebaseerd reactief spuitgietmateriaal wordt toegepast.
3.               Werkwijze volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat de afdeklaag ter omhulling aan beide zijden van de schakeling wordt aangebracht onder vorming van een inkapseling.
4.               Werkwijze volgens conclusie 1, 2 of 3, met het kenmerk, dat, alvorens op de schakeling de afdeklaag wordt aangebracht, de schakeling met een elastisch compressibele bufferlaag wordt bekleed.
5.               Werkwijze volgens conclusie 1, 2 of 3, met het kenmerk, dat, alvorens op de schakeling de afdeklaag wordt aangebracht, de schakeling met een bufferlaag uit een vervormbaar visceus materiaal wordt bekleed.
6.               Werkwijze volgens conclusie 5, met het kenmerk, dat het vervormbare visceuse materiaal als reactant bij het reactief spuitgieten betrokken wordt.
7.               Werkwijze volgens één der conclusies 1 tot 7, met het kenmerk, dat de schakeling tevens wordt voorzien van een elektromagnetische straling afschermdende laag.
8.               Bedrukte elektrische schakeling voorzien van een kunststoffen afdeklaag, waarbij de schakeling een printplaat voorzien van ten minste één elektrische component omvat en de afdeklaag in een richting dwars op de afdeklaag een verloop in mechanische eigenschappen vertoont, met het kenmerk, dat het verloop in mechanische eigenschappen een continu verloop in mechanische eigenschappen is.
9.               Draagbaar apparaat voorzien van een schakeling verkregen door toepassing van de werkwijze volgens één der conclusies 1 tot 7.
10.              Mobiele telefoon voorzien van een schakeling verkregen door toepassing van de werkwijze volgens één der conclusies 1 tot 7.

Uittreksel:

Werkwijze voor het aanbrengen van een kunststoffen afdeklaag op een bedrukte elektrische schakeling

Beschreven wordt een werkwijze voor het aanbrengen van een kunststoffen afdeklaag op een bedrukte elektrische schakeling, waarbij de afdeklaag in een richting dwars op de afdeklaag een verloop in mechanische eigenschappen vertoont. De afdeklaag wordt vervaardigd door spuitgieten van een schuimvormende

- 5 spuitgietmateriaal. Deze economisch aantrekkelijke werkwijze verschaft schakelingen die uitstekend beschermd tegen mechanische en thermische spanningen die tijdens gebruik kunnen optreden. Bovendien kunnen schakelingen met een kunststoffen afdeklaag worden gebruikt om draagbare apparatuur, zoals een mobiele telefoon, dunner en lichter te maken.

1/1

